

무선 네트워크에서 요구되는 평균 최대 신호 대 잡음비와 수신 비디오 데이터양을 고려하는 스케일러블 비디오 코딩 계층 선택

이현노*, 김동희**

요약

비디오 부호화 기술 중 하나인 스케일러블 비디오 코딩은 공간적, 시간적, 화질적 스케일러빌리티를 조합함으로써 다양한 프레임율과 해상도 및 화질을 가지는 비디오 스트림을 생성할 수 있다. 상기의 스케일러블 비디오 코딩-부호화된 비디오 스트림은 하나의 기본계층과 다수의 향상계층을 이루고 있고 무선 기지국은 변화하는 무선 네트워크 환경에서 수신 단말들의 수신 전력에 따라서 적합한 계층을 선택하여 전송하기 때문에 스케일러블 비디오 코딩을 지원하는 수신 단말들은 자신의 수신 전력 상태에 따라 적합한 해상도 및 화질을 가지는 영상을 수신하여 볼 수 있다. 본 논문에서는 모의실험을 통하여 스케일러블 비디오 코딩 계층 수에 따른 수신전력, 패킷 손실률, 최대 신호 대 잡음비, 비디오 화질 레벨, 수신 비디오 데이터의 양들에 대한 성능 분석을 수행한 후에 요구되는 최대 신호 대 잡음비를 만족하면서도 수신 비디오 데이터양을 최소화하는 비디오 계층 수를 선택하는 효율적인 방법을 제안한다.

키워드 : 무선 네트워크, 스케일러블 비디오 코딩, 기본 계층, 확장 계층, 최대 신호 대 잡음비

Selection of Scalable Video Coding Layer Considering the Required Peak Signal to Noise Ratio and Amount of Received Video Data in Wireless Networks

Hyun-No Lee*, Dong-Hoi Kim**

Abstract

SVC(Scalable Video Coding), which is one form among video encoding technologies, makes video streaming with the various frame rate, resolution, and video quality by combining three different scalability dimensions: temporal, spatial, and video quality scalability. As the above SVC-encoded video streaming consists of one base layer and several enhancement layers, and a wireless AP(Access Point) chooses and sends a suitable layer according to the received power from the receiving terminals in the changeable wireless network environment, the receiving terminals supporting SVC are able to receive video streaming with the appropriate resolution and quality according to their received powers. In this paper, after the performance analysis for the received power, packet loss rate, PSNR(Required Peak Signal to Noise Ratio), video quality level and amount of received video data based on the number of SVC layers was performed, an efficient method for selecting the number of SVC layer satisfying the RSNR and minimizing the amount of received video data is proposed.

Keywords : Wireless network, Scalable Video Coding, Base layer, Enhancement layer, PSNR

※ Corresponding Author : Dong-Hoi Kim

Received: March 04, 2016

Revised: April 10, 2016

Accepted: April 26, 2016

* Kangwon National University, Electrical and

Electronic Engineering

Tel: +82-33-250-6349, Fax: +82-33-259-5676

email: donghk@kangwon.ac.kr

** Kangwon National University, Electrical and Electronic Engineering(Corresponding Author)

■ This study was supported by 2015 Research

1. 서론

현재 인터넷이 발전하고 다양한 성능의 소비자 단말이 개발되었으며 멀티미디어에 대한 수요가 높아짐에 따라 비디오 트래픽이 증가하고 있다. 따라서 비디오 스트리밍에 대한 사용자 체감 품질을 향상시키기 위해 많은 연구들이 진행되어 왔다. 비디오 스트리밍에 사용되는 영상 중 가장 일반적인 포맷인 H.264/AVC(Advanced Video Coding)가 있으며 그의 확장으로 스케일러블 비디오 코딩 모드가 추가로 제공된다. H.264/AVC와 같은 단일 계층으로 인코딩된 영상의 경우 영상이 가지는 비트율이 고정적인데 비해 스케일러블 비디오 코딩은 다양한 사용자 환경에 서로 다른 서비스 품질을 제공 할 수 있도록 공간적, 시간적, 화질적인 측면에서 비트율을 조절 할 수 있다[1]. 또한 스케일러블 비디오 코딩으로 인코딩된 영상의 스트림은 하나의 기본계층과 다수의 향상계층으로 나뉘게 되며 향상계층은 기본계층이 모두 정상적으로 수신이 되어야지만 복호화될 수 있다는 특징을 가지고 있다.

이는 스케일러블 비디오 코딩이 단일 계층 영상에 비해 가용 대역폭이 변화하는 무선 환경에서 전송하는 영상의 비트율을 조절함으로써 좀 더 효율적인 스트리밍 서비스 제공이 가능하다는 것을 말한다. 이에 따라 스케일러블 비디오 코딩으로 인코딩된 비디오를 스트리밍을 이용하는데 있어서 사용자 체감 품질을 저하시킬 수 있는 많은 연구들이 진행되어 왔다. 그 중 하나로 TCP 친화적인 전송률을 계산하여 스케일러블 비디오 코딩으로 인코딩된 비디오 스트림 중 최적의 계층을 선택하여 전송하는 연구가 있다[2]. 또한 스케일러블 비디오 코딩 기반의 스트리밍 서비스 시 네트워크 혼잡이 일어날 경우 빈번하게 변화하는 전송 품질을 완화시키기 위해 부드러운 품

질 제어 기법을 제안하는 연구도 있었다[3].

이러한 품질 제어 기법 외에도 영상의 전송 중 패킷이 손실되는 경우 패킷 산의 의존성이 낮은 패킷부터 선택적으로 제거함으로써 패킷 손실로 인한 화질 열화를 최소화 하는 연구가 있다[4]. 이렇듯 비디오 스트리밍 연구 분야에서 주제 대상으로 많이 사용되는 스케일러블 비디오 코딩에 대해 본 논문에서는 스케일러블 비디오 코딩으로 인코딩 시 확장되는 향상계층을 세분화 하여 비트스트림의 개수를 늘렸을 때 서비스되는 영상에 대해 성능평가를 실시하며 결과적으로 인코딩되는 스케일러블 비디오 코딩 비트스트림의 향상계층을 세분화 하여 서비스하였을 경우 추출 지점이 다양해져 가용 대역폭에 따라 서비스 되는 영상의 품질 변화폭이 줄어들고 사용자가 체감하는 변화를 또한 낮아지며 평균 최대 신호 대 잡음비가 증가한다는 것을 NS-2(Network Simulator-2)와 JSVM(Joint Scalable Video Model)을 사용하여 성능분석 결과를 나타낸다. 또한 더 세분화 된 인코딩을 하지 않아도 요구하는 평균 최대 신호 대 잡음비를 충족할 수 있는 경우에는 더 낮은 개수의 향상계층을 가지는 영상을 선택하여 서비스를 제공했을 경우 데이터 전송량을 감소시킬 수도 있는 장점을 갖는다는 것을 보인다.

2장 시뮬레이션 진행 방법에서는 JSVM을 이용하여 본 논문에서 사용된 영상의 생성과정 및 NS-2에서의 무선 채널 환경 설정에 대해 설명하고 3장에서는 시뮬레이션을 진행하여 성능을 분석한 뒤 4장에서는 본 논문의 결론에 대해 서술한다.

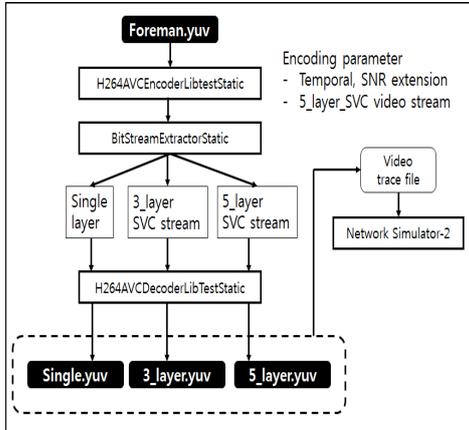
2. 시뮬레이션 진행 방법

2.1 JSVM을 이용한 스케일러블 비디오 코딩으로 인코딩된 비디오 스트림 생성

본 논문에서 사용되는 영상은 JSVM을 이용하

여 인코딩하였다[5].

(그림 1) JSVM을 이용한 영상의 인코딩 및 시뮬레이션 과정



(Figure 1) Video encoding and simulation process using JSVM

(그림 1)은 JSVM을 사용하여 본 논문에서 사용되는 영상들을 생성하는 과정을 나타내었다.

<표 1> 시뮬레이션에서 사용되는 비디오 스트림에 대한 정보

	GOP size	QP	Resolution	FPS	Bitrate
Single layer video 1	16	30	CIF (352x288)	30	383.9 kbps
Single layer video 2	16	27	CIF (352x288)	30	592.0 kbps
Single layer video 3	16	24	CIF (352x288)	30	928.9 kbps

	layer number	LID	TID	QID	GOP size	QP	Resolution	FPS	Bitrate
3-layer SVC video	4	0	4	0	16	30	CIF (352x288)	30	383.9 kbps
	9			1		27		30	592.0 kbps
	14			2		24		30	928.9 kbps
5-layer SVC video	4	0	4	0	16	30	CIF (352x288)	30	383.9 kbps
	8		3	1	8	27		15	525.3 kbps
	9		4	1	16	27		30	592.0 kbps
	13		3	2	8	24		15	810.3 kbps
	14		4	2	16	24		30	928.9 kbps

<Table 1> Video streaming information used in simulation

2.2 NS-2에서 단말 거리에 따른 무선 환경 구현 방법

영상의 정보를 담고 있는 trace파일을 가지고 NS-2에서 실질적인 패킷 전송 시뮬레이션을 통하여 성능분석을 진행한다. 시뮬레이션 환경은

기본 영상은 foreman을 가지고 진행하였으며 먼저 이 영상을 H264AVCEncoderLibTestStatic을 사용하여 5개의 시간적, 화질적 향상성을 가지는 스케일러블 비디오 코딩 비트스트림으로 인코딩한다. 이후, BitStreamExtractorStatic을 사용하여 서로 다른 화질을 가지는 3개의 단일 계층 비디오 비트스트림 및 화질적으로 확장된 3개의 계층을 가지는 비트스트림, 화질 및 시간적으로 확장된 5개의 계층을 가지는 비트스트림을 추출하고 H264AVCDecoderLibTestStatic으로 각각의 비트스트림을 디코딩하여 yuv포맷의 영상으로 만든다. 본 시뮬레이션에서 진행하는 성능분석은 이 비디오 파일을 직접적으로 전송하지 않고 비디오 파일의 정보를 가지고 있는 trace파일의 형태로 만들어 NS-2에서 성능분석을 진행하게 된다 [6][7]. NS-2 성능분석에서 사용되는 각각의 비디오 스트림에 대한 정보는 <표 1>과 같다.

수신 단말이 이동함에 따라 변하는 전송용량에 적합한 비트율을 가지는 스케일러블 비디오 코딩으로 인코딩된 비디오 계층을 전송하고 계층의 화질변화 및 평균 최대 신호 대 잡음비 값을 통하여 성능을 비교해본다. NS-2에서는 단말이 이동함에 따라 수신 전력을 계산해주는 모델로서

Two-ray ground model, Free space model, Shadowing model을 제공한다[8]. 본 논문에서는 가장 간단한 모델로서 Free space model을 사용한 수신 전력을 측정하게 된다. 수신 전력을 구하는 식은 식 (1)과 같다.

$$P_r(d) = \frac{P_t G_t G_r \lambda^2}{(4\pi)^2 d^2 L} \quad (1)$$

이 모델에 의해 계산되는 수신 전력은 전송 전력 세기 및 안테나 이득에 비례하며 단말의 거리 및 시스템손실에 반비례한다. 즉 거리가 멀어짐에 따라 수신 전력은 낮게 계산된다. Free space model에 의해 계산된 수신 전력은 샤논의 채널 용량 공식을 바탕으로 거리에 따라 달성 될 수 있는 채널 용량을 계산하여 무선 환경모델에 적용하게 된다. 샤논의 공식은 식 (2)와 같다.

$$C = W \log_2 (1 + S/N) \quad (2)$$

일정 대역폭 및 채널의 잡음전력이 설정되어 있을 때 수신 전력 세기에 따라 달성 될 수 있는 채널 용량을 계산하는 공식이다. 본 시뮬레이션 환경에서는 이러한 모델에 의해 거리에 따른 채널용량이 계산되며 전송단은 계산된 채널용량에 따라 적합한 스케일러블 비디오 코딩으로 인코딩된 비디오 스트림의 특정 계층의 비디오를 전송하게 된다.

3. 시뮬레이션 성능분석 및 새로운 방법 제안

본 장의 시뮬레이션 성능분석에서는 JSVM과 NS-2를 사용하여 진행하며 사용되는 시뮬레이션 파라메타는 <표 2>와 같다. <표 2>에서 보는바와 같이 단말은 총 2개이며 비디오 전송단 하나와 수신단 하나가 존재한다. 수신단과 전송단의 간격은 5 M이며 시뮬레이션 시작 후 2 Sec부터

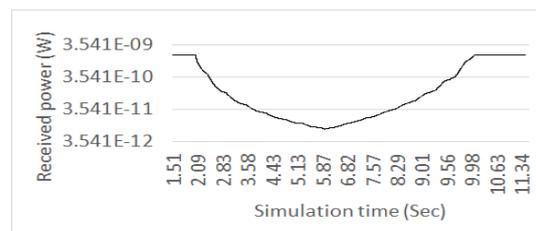
수신단이 전송단으로부터 멀어지면서 70 M간격까지 떨어진다. 6 Sec부터는 다시 수신단이 전송단과 가까워지면서 5M간격까지 좁혀지는 움직임을 보인다. 이에 따라 Free space model은 수신 전력을 계산해주며 거리에 따라 계산된 수신 전력을 바탕으로 샤논의 채널용량 공식을 이용하여 채널용량을 설정해준다. 본 시뮬레이션 환경에서 시뮬레이션 시간에 따른 수신 전력 측정은 (그림 2)와 같다.

<표 2> 시뮬레이션 파라메타들

Used simulation tool	NS-2, JSVM		
	single layer video	3-layer SVC video	5-layer SVC video
Used video			
Propagation model	Free space model		
Transmit power	5 dBm		
System loss	17 dB		
Noise power	-95 dBm		
Wavelength	2.4 Ghz		
Bandwidth	120 kHz		
Node number	Video sender 1, Receiver 1		

<Table 2> Simulation parameters

(그림 2) 시뮬레이션 시간 동안 측정된 수신 전력

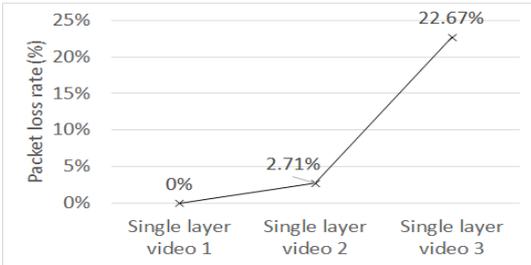


(Figure 2) Received power measured during simulation time

시뮬레이션은 총 두 가지 경우에 대해 성능을 분석한다. 먼저 첫 번째로 단말이 이동하는 환경에서 각각의 단일 계층으로 인코딩된 비디오를

전송 하였을 경우와 두 번째로 3개의 계층과 5개의 계층을 가지는 스케일러블 비디오 코딩으로 인코딩된 비디오 스트림 전송의 성능을 비교분석한다.

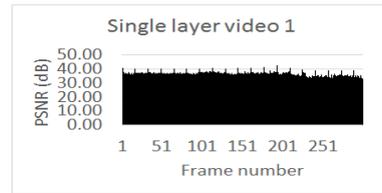
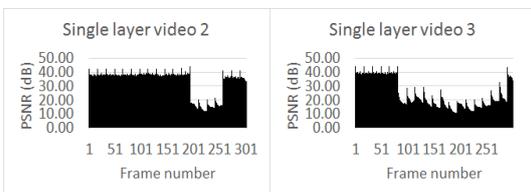
(그림 3) 각각의 단일 계층 비디오를 전송했을 때 패킷손실률



(Figure 3) Packet loss rate when single layer videos are individually transmitted

(그림 3)과 (그림 4)는 각 단일 계층 비디오를 단말이 시간이 지남에 따라 이동하는 시뮬레이션 환경에서 전송했을 때의 패킷 손실률과 최대 신호 대 잡음비에 대해 나타난 그림이다. 단일 계층의 비디오는 고정된 비트율을 가지고 있다. (그림 3)에서 보면 Single layer video 1같은 경우에는 비교적 다른 영상들에 비해 낮은 화질과 낮은 비트율을 가지고 있기 때문에 거리에 상관없이 모든 상황에서 패킷의 손실이 발생하지 않고 정상적으로 300 frame 모두 수신되는 것을 확인할 수 있다.

(그림 4) 각각의 단일 계층 비디오를 전송했을 때 수신된 영상들의 최대 신호 대 잡음비



(Figure 4) PSNR of received videos when single layer videos are individually transmitted

따라서 (그림 4)를 보면 Single layer video1의 경우 모든 프레임에 대해 높은 최대 신호 대 잡음비 값을 보이고 있으며 영상의 손실이 일어나지 않는다는 것을 알 수 있다. 하지만 이러한 경우 채널환경이 좋을 때 더 좋은 화질의 스트리밍 서비스가 가능함에도 불구하고 낮은 화질의 비디오만을 항상 서비스해야만 한다는 단점이 있다.

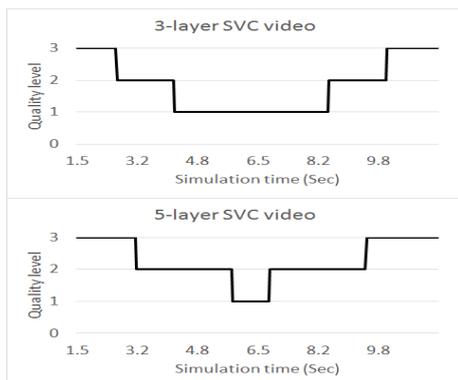
반면에 Single layer video 2와 Single layer video 3는 비교적 높은 비트율을 가지고 있으며 제일 상위 단계의 화질을 가지고 있는 Single layer video 3의 경우가 제일 높은 비트율을 가지게 된다. Single layer video 2의 경우 단말이 멀어지면서 요구전송률을 충족시키기 못해 패킷의 손실이 2.71% 발생하며 약 200번 프레임부터 250번 프레임까지 영상이 손실되어 낮은 최대 신호 대 잡음비를 보인다는 것을 알 수 있다. 더 높은 전송률을 요구하는 Single layer video 3의 경우에는 22.67%라는 높은 패킷 손실률을 보이며 약 200장의 프레임 손실을 보인다. 패킷의 손실이 일어나는 2개의 영상의 경우 평균 최대 신호 대 잡음비가 가장 낮은 비트율을 가지는 Single layer video 1보다 매우 낮을 것이라는 것을 알 수 있으며 이 경우 사용자는 좋은 품질의 비디오 스트리밍 서비스를 받기 어려운 상황이다.

이와 같이 전송용량이 가변 하는 무선 환경에서는 단일 계층으로 인코딩된 비디오 스트림의 경우보다는 스케일러블 비디오 코딩으로 인코딩된 비디오 스트림을 사용할 경우에 전송용량에 맞는 비트율을 가지는 계층의 비디오를 선택적으로 전송할 수 있기 때문에 낮은 패킷 손실과 높은

은 비디오 화질을 얻을 수 있음을 알 수 있다.

(그림 5)는 3개의 계층을 가지는 스케일러블 비디오 코딩으로 인코딩된 비디오와 5개의 계층을 가지는 스케일러블 비디오 코딩으로 인코딩된 비디오를 단말이 움직이는 환경에서 전송 하였을 때 서비스 되는 영상의 화질 변화에 대해 나타낸 그림이다. 단말의 거리에 따라 전송용량이 계산 되는 환경이며 이 계산된 전송용량에 알맞은 비트율을 가지는 계층을 선택하여 전송하게 된다. 화질적으로만 확장된 3개의 계층을 가지는 스케일러블 비디오 코딩으로 인코딩된 비디오 스트림보다 시간적 및 화질적으로 향상되어 5개의 계층을 가지는 스케일러블 비디오 코딩으로 인코딩된 비디오 스트림은 각 계층이 가지는 비트율의 간격이 더 세분화 되어 있다.

(그림 5) 3개의 계층과 5개의 계층을 가지는 스케일러블 비디오 코딩으로 인코딩된 비디오 스트림을 전송했을 때 화질 레벨



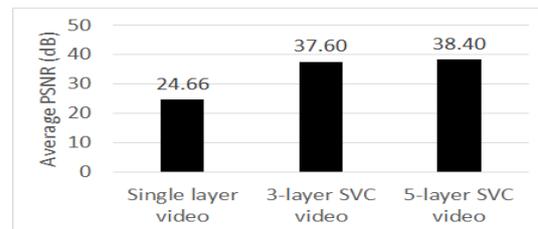
(Figure 5) Quality level when video streamings encoded by 3-layer SVC video and 5-layer SVC video are transmitted

따라서 변화하는 전송용량에 대해 좀 더 점차적인 화질의 변경이 가능하다. 따라서 (그림 5)에서 보듯이 3개의 계층을 가지는 비디오에 비해 5개의 계층을 가지는 비디오는 좀 더 높은 품질의 영상을 제공하는 구간이 크다. 예를 들어 3개의 계층을 가지는 스케일러블 비디오 코딩으로 인코

딩된 비디오로 서비스를 할 경우 약 4.5 초에 영상을 전송 할 때의 채널 용량이 레이어 9(592.0 kbps)를 전송하기에 부족하여 레이어 4(383.9 kbps)로 낮춰 전송을 하는 경우이다.

반면에 5개의 계층을 가지는 스케일러블 비디오 코딩으로 인코딩된 비디오 스트림의 경우 계층 9보다 한 단계 낮은 비트율을 가지는 레이어 8(525.3 kbps)이 존재하며 화질단계를 한 단계 낮추지 않고도 전송용량에 충족하는 비디오 스트림을 서비스 할 수 있다. 즉 5개의 계층을 가지는 스케일러블 비디오 코딩으로 인코딩된 비디오를 사용하여 스트리밍 서비스를 제공 하였을 때 3개의 계층을 가지는 스케일러블 비디오 코딩으로 인코딩된 비디오를 서비스 한 것 보다 평균적으로 더 높은 화질로 서비스를 제공 받을 수 있다는 것이다. 또한, 더 세분화된 향상계층은 추출 지점이 비교적 다양하기 때문에 사용할 수 있는 최대 무선 자원에 가장 가까운 비트율을 가지는 영상을 선택하여 서비스하게 된다. 따라서 데이터 전송량은 더 많아지게 된다.

(그림 6) 단일 계층 및 3개의 계층과 5개의 계층을 가지는 스케일러블 비디오 코딩으로 인코딩된 비디오 스트림이 전송되었을 때 수신된 영상에 대한 평균 최대 신호 대 잡음비



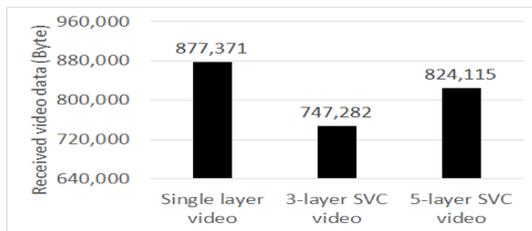
(Figure 6) Average PSNR of the received video when video streamings encoded by SVC with single-layer, 3-layer SVC and 5-layer are transmitted

(그림 6)은 단일 계층 영상을 전송했을 때와 두 개의 스케일러블 비디오 코딩으로 인코딩된 비디오 스트림을 사용하여 전송했을 때 수신된

영상의 평균 최대 신호 대 잡음비 값이다. 단일 계층의 영상은 다른 SVC 영상들의 최대 비트율과 같은 비트율을 가지는 Single layer video 3을 사용하였다. 단일 계층을 가지는 영상을 전송했을 때 평균 최대 신호 대 잡음비는 24.66 dB이고, 3개의 계층을 가지는 비디오의 평균 최대 신호 대 잡음비는 37.60 dB이며 5개의 계층을 가지는 비디오의 평균 최대 신호 대 잡음비는 38.40 dB이다. 평균 최대 신호 대 잡음비를 가지고 재생되는 영상의 평균적인 화질을 측정할 수 있다.

(그림 3)의 결과와 같이 단일 계층의 영상은 고정적인 비트율을 가지기 때문에 이와 같은 환경에서는 손실이 많이 일어나게 되고 영상의 신호 대 잡음비가 매우 낮은 수치를 보인다. 그리고 (그림 5)에서도 보았듯이 5개의 계층을 가지는 스케일러블 비디오 코딩으로 인코딩된 비디오가 300 frame중 높은 화질의 프레임이 차지하는 비율이 높기 때문에 평균 최대 신호 대 잡음비 또한 더 높은 값을 보이게 된다.

(그림 7) 단일계층 및 3개의 계층과 5개의 계층을 가지는 스케일러블 비디오 코딩으로 인코딩된 비디오 스트림을 전송했을 때 수신된 비디오 데이터의 양



(Figure 7) Amount of the received video data when video streamings encoded by SVC with single-layer, 3-layer SVC and 5-layer are transmitted

(그림 7)에서는 단일계층 및 3개의 계층과 5개의 계층을 가지는 스케일러블 비디오 코딩으로 인코딩된 비디오 스트림을 전송했을 때 수신된 비디오 데이터의 양을 보여 주고 있다. (그림 7)

에서 단일 계층의 영상의 경우는 수신 단말의 채널 환경에 따라 비트율을 조절할 수 없는 단일 계층의 비디오데이터이며 영상자체의 비트율이 높아 가장 높은 데이터 전송량을 가지게 된다. 또한 5-layer SVC video의 경우는 3-layer SVC video의 경우보다 높은 화질의 영상을 제공하는 구간이 많기 때문에 전송되는 비디오 데이터양이 더 많아진다.

(그림 6)과 (그림 7)의 결과로 부터 만약 사용자가 요구하는 PSNR의 기준 값이 37이상이라고 한다면 더 세분화되어 더 많은 수신 비디오 데이터를 필요로 하는 5-layer SVC video를 선택하기 보다는 3-layer SVC video를 선택하는 경우가 전송되는 비디오 데이터양을 최소화하면서도 사용자가 원하는 품질의 영상을 볼 수 있다는 장점이 있다. 반면에 단일 계층의 영상의 경우에는 매우 많은 수신 비디오 데이터를 사용하게 되며 수신단말이 멀어지는 경우 손실되는 패킷으로 인해 요구 PSNR도 충족시키지 못하므로 선택대상에서 제외된다.

4. 결과

본 논문에서 단일 계층으로 인코딩 된 영상 및 서로 다른 계층의 수를 가지는 스케일러블 비디오 코딩으로 인코딩된 비디오 스트림을 단말이 이동하는 무선 환경에서 전송함으로써 스케일러블 비디오 코딩 계층 수에 따른 성능분석을 진행하였다. 시뮬레이션 결과에서 볼 수 있듯이 단일 계층으로 인코딩 된 비디오 같은 경우에는 전송 용량이 변화하는 무선 환경에서 최적의 서비스를 제공하기에는 어려움이 있다는 것을 알았으며 시간적, 공간적, 화질적인 스케일러블리티를 통한 가변적인 비트율을 가질 수 있는 스케일러블 비디오 코딩으로 인코딩된 비디오 스트림으로 스트리밍 서비스를 하였을 경우 무선 환경에서 적절한 서비스를 제공할 수 있다는 것을 알 수 있었

다. 특히 비디오 스트림을 이루고 있는 각각의 계층을 더 세분화 하여 인코딩 했을 경우 인코딩에 소요되는 시간은 길어 질 수 있지만 각 계층의 비디오가 가지는 비트율의 간격이 세밀해지며 무선 환경에서 단말기의 이동에 따라 변화하는 전송 용량에 대해 좀 더 높은 화질 수준의 서비스를 제공 할 수 있다는 것을 알 수 있었다. 하지만 이러한 경우에는 비교적 많은 비디오 데이터 전송량을 가지게 된다. 그렇기 때문에 사용자가 원하는 PSNR을 만족할 수 있으면서 적은 향상 계층을 가지는 비디오를 서비스 할 경우에는 무선 자원을 절약할 수 있다는 장점이 있을 수 있다.

References

[1] Haechul Choi, Kyung Il Lee, Jung Won Kang, Seong-Jun Bae, and Jeong-Ju Yoo, "Overview and Performance Analysis of the Emerging Scalable Video Coding", Journal of Broadcast Engineering, vol.12, no. 6, pp.542-554, Nov 2007

[2] Jonghyun Kim, Jahon Koo, Kwangsue Chung, "A Network Adaptive SVC Streaming Protocol for Improving Video Quality", Journal of KIISE : Information and Communications, vol.37, no.5, pp.363-373, Oct 2010

[3] Sangki Ko, Kwangsue Chung, "A Smooth Quality Control Scheme for SVC Video Streaming Services", Journal of KIISE : Computing Science and Engineering, vol.18, no.10, pp.723-727, Oct 2012

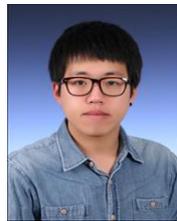
[4] Euy-doc Jang, Jae-Gon Kim, Truong Cong Thang, Jung Won Kang, "Adaptation of SVC to Packet Loss and its Performance Analysis", Journal of Broadcast Engineering, vol.14, no.6, pp.796-806, Nov 2009

[5] JSVM Software Manual(2006)

[6] Young-Min Jang, The application of NS-2 Network Simulation, Hongrung Publishing Company, 2008.

[7] Chin-Heng Ke, How to do H.264 SVC transmission simulations part2 : combined scalability(2012), Retrieved Sep, 2015, from <http://csie.nqu.edu.tw/smallko/ns2/svc2.htm>

[8] Tom Henderson, Radio Propagation Models(2011), Retrieved Sep, 2015, from <http://www.isi.edu/nsnam/ns/doc/node216.html>



이 현 노

2008년 3월 - 2014년 2월 : 강원대학교 IT대학 전기전자공학부 공학사
 2014년 3월 - 2016년 2월 : 강원대학교 IT대학 전기전자공학부 공학석사

관심분야 : 차세대 이동통신 및 차세대 무선 네트워크



김 동 회

2005년 5월 : 고려대학교 전파공학과(공학박사)

1989년 1월 ~ 1997년 1월 : 삼성전자 전임연구원
 2000년 8월 ~ 2005년 8월 : 한국전자통신연구원 선임연구원
 2006년 3월 ~ 현재 : 강원대학교 IT대학 전기전자공학부 전자통신학과 교수
 관심분야 : 차세대 이동통신 및 차세대 무선 네트워크